

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-096223

(43)Date of publication of application : 04.04.2000

(51)Int.Cl.

C23C 14/34  
H01L 21/285  
// H01L 21/203

(21)Application number : 10-272122

(71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(22)Date of filing : 25.09.1998

(72)Inventor : ENDO MAMORU

## (54) FORMATION OF THIN FILM BY DIRECT CURRENT BIAS SPUTTERING

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the disconnection or deterioration in the electromigration resistance of metallic wiring by forming Al films or Al alloy films in the bottom edges and flanks of contact holes to a film thickness of  $\geq 20\%$  than the film thickness in the plane parts in spite of finer electronic devices and increasing of the aspect ratio of the contact holes larger than 1.0 relating to the thin-film formation method by DC bias sputtering.

SOLUTION: The bias intensity is controlled stronger in the initial period of deposition and the bias intensity is controlled weaker in the final period of deposition at the time of forming the Al films or the Al alloy films, by which the Al films or the Al alloy films of the film thickness of  $\geq 10\%$  as compared with the film thickness in the plane parts are formed in the bottom edges and flanks of the contact hole in spite of the finer electronic devices and increasing of the aspect ratio of the contact holes larger than 1.0, by which the disconnection of the wiring is prevented and the electromigration resistance is improved. The method of lowering the bias intensity may be continuously or stepwise.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the thin film formation approach by the direct-current bias sputter.

[0002]

[Description of the Prior Art] Conventionally, when forming a thin film in a substrate front face by sputtering in manufacture of an electron device, the direct-current bias sputter method which supplies fixed direct current power to a target, and forms membranes at it is used. In the case of the direct-current bias sputter method which supplies fixed direct current power and forms membranes, the relation between the direct current power supplied to a target and thin film formation time amount becomes like drawing 4. According to the direct-current bias sputter method, membrane formation of a metal membrane and an insulator layer is possible. For example, it is used for formation of aluminum film used as metal wiring of an electron device, or aluminum alloy film. In case metal wiring of the electron device which becomes with aluminum film or aluminum alloy film is formed, the cross section of the metal wiring layer of the contact hole section at the time of using the direct-current bias sputter method which supplies fixed direct current power to a target, and forms membranes at it serves as structure like drawing 5 fundamentally. When the aspect ratio of a contact hole was 1.0, as compared with the thickness of aluminum film of the flat-surface section, or aluminum alloy film, the thickness of the contact hole pars-basilaris-ossis-occipitalis edge section and aluminum film of a side face, or aluminum alloy film was about 10%.

[0003]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, when an electron device is made detailed and the aspect ratio of a contact hole becomes large from 1.0 about formation of aluminum film by the direct-current bias sputter method which supplies the above-mentioned fixed direct current power, and forms membranes, or aluminum alloy film, the thickness of the contact hole pars-basilaris-ossis-occipitalis edge section and aluminum film of a side face, or aluminum alloy film becomes 5% or less as compared with the thickness of the flat-surface section. Therefore, it has the technical problem that an open circuit of metal wiring or degradation of electromigration resistance occurs. The place which this invention solves such a technical problem and is made into the purpose Then, aluminum film In case aluminum alloy film is formed, or in early stages of membrane formation By strengthening bias reinforcement and controlling bias reinforcement weakly at the telophase of membrane formation Even if it is the case where the electron device was made detailed and the aspect ratio of a contact hole becomes large from 1.0 By forming 10% or more of aluminum film or aluminum alloy film of thickness in the contact hole pars-basilaris-ossis-occipitalis edge section and a side face as compared with the flat-surface section, while preventing an open circuit of metal wiring, it is in the place which raises electromigration resistance.

[0004]

[Means for Solving the Problem] In early stages of thin film formation, the thin film formation approach

by the direct-current bias sputter of this invention strengthens bias reinforcement, and is characterized by controlling bias reinforcement weakly at the telophase of thin film formation.

[0005]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained.

[0006] Drawing 1 is drawing showing the relation between the direct current power which supplies the power supplied to a target to the target at the time of controlling continuously, and thin film formation time amount.

[0007] Drawing 2 is drawing showing the relation between the direct current power which supplies the power supplied to a target to the target at the time of controlling gradually, and thin film formation time amount.

[0008] aluminum or the aluminum alloy thin film formation approach at the time of controlling continuously the power supplied to the target of this invention is explained.

[0009] About membrane formation, an parallel monotonous mold direct-current bias sputtering system is used. Moreover, the lamp heater by which internal organs were carried out to the substrate electrode, or a ceramic heater is used for the heating method of the substrate which forms membranes, it heats Ar gas, and the gas heating method which performs substrate heating is used for it by introducing the Ar gas from a substrate rear face.

[0010] First, the substrate which forms membranes on the substrate electrode of the vacuum chamber for membrane formation is conveyed, and it exhausts using cryopump or a turbo molecular pump until a vacuum chamber pressure is set to  $1 \times 10^{-7}$  or less Torrs.

[0011] Next, Ar gas is introduced in a vacuum chamber, and the pressure in a vacuum chamber is adjusted so that it may become fixed in the range of 2 - 3 Torr. The lamp heater by which internal organs were carried out to the substrate electrode at coincidence, or a ceramic heater is heated in 300-500 degrees C, and it is adjusted so that it may become constant temperature.

[0012] Next, without introducing Ar gas for heating from a substrate rear face, the fixed direct current power of the range of 8-12Kw is supplied to a target, and aluminum film or aluminum alloy film of the thickness equivalent to 20 - 30% of the last thickness made into the purpose is formed. At this time, since Ar gas for heating is not introduced from a substrate rear face, substrate temperature is 100 degrees C or less. By this process processing, membranes are formed by homogeneity in the contact hole section, without aluminum film or aluminum alloy film carrying out surface diffusion to the flat-surface section, the contact hole pars-basilaris-ossis-occipitalis edge section, and a side face.

[0013] Next, Ar gas for heating is introduced from a substrate rear face, and aluminum film equivalent to the thickness which runs short, or aluminum alloy film is formed to the last thickness made into the purpose, decreasing continuously the direct current power which supplies a substrate to heating sushi and a target in 300-500 degrees C to 1Kw at a rate of per second 0.2 to 0.8 Kw. Then, in the contact hole section, film growth and surface diffusion of aluminum film or aluminum alloy film occur in coincidence, and aluminum film or aluminum alloy film flows in in the direction of a contact hole section pars basilaris ossis occipitalis. The balance of film growth and surface diffusion is optimized by forming membranes, decreasing direct current power continuously at the rate of per second 0.2 to 0.8 Kw, and the embedding engine performance to the contact hole section of aluminum film or aluminum alloy film becomes good.

[0014] Formation of aluminum film or aluminum alloy film at the time of above controlling continuously the power supplied to a target is completed. The cross-section configuration of aluminum film in the final contact hole section or aluminum alloy film is shown in drawing 3.

[0015] The thin film formation approach which controls gradually the power supplied to a target is an approach which transposed the process which performs \*\*\*\* membrane formation which decreases continuously the direct current power which supplies the power supplied to the above and a target to the target of the thin film formation approach controlled continuously at the rate of per second 0.2 to 0.8 Kw to the process which forms membranes while decreasing direct current power 0.2-0.8 Kws at a time gradually in 1 second. Also when decreasing gradually the direct current power supplied to a target, it has the embedding engine performance to the contact hole section of the above, aluminum film

equivalent to the case where it is made to decrease continuously, or aluminum alloy film.

[0016]

[Effect of the Invention] as stated above, even if it be the case where the electron device be made detailed and the aspect ratio of a contact hole become large from 1.0 by use the thin film formation approach of this invention, as compared with the flat surface section, 10% or more of aluminum film or aluminum alloy film of thickness can be formed in the contact hole pars basilaris ossis occipitalis edge section and a side face, and while prevent an open circuit of wiring, it have the effectiveness that electromigration resistance can be raised.

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The thin film formation approach by the direct-current bias sputter which strengthens bias reinforcement and is characterized by to control bias reinforcement weakly at the telophase of thin film formation in early stages of thin film formation in aluminum by the direct-current bias sputter method which forms a thin film in the substrate front face on a substrate electrode by making a target and a substrate electrode counter in parallel, arranging, and supplying direct current power to a target, or aluminum alloy thin film formation.

[Claim 2] The thin film formation approach by the direct-current bias sputter according to claim 1 which controls bias reinforcement continuously.

[Claim 3] The thin film formation approach by the direct-current bias sputter according to claim 1 which controls bias reinforcement gradually.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-96223

(P2000-96223A)

(43)公開日 平成12年4月4日(2000.4.4)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト <sup>*</sup> (参考)
C 2 3 C 14/34		C 2 3 C 14/34	S
H 0 1 L 21/285		H 0 1 L 21/285	S
// H 0 1 L 21/203		21/203	S

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平10-272122

(22)出願日 平成10年9月25日(1998.9.25)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 遠藤 守

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74)代理人 100093388

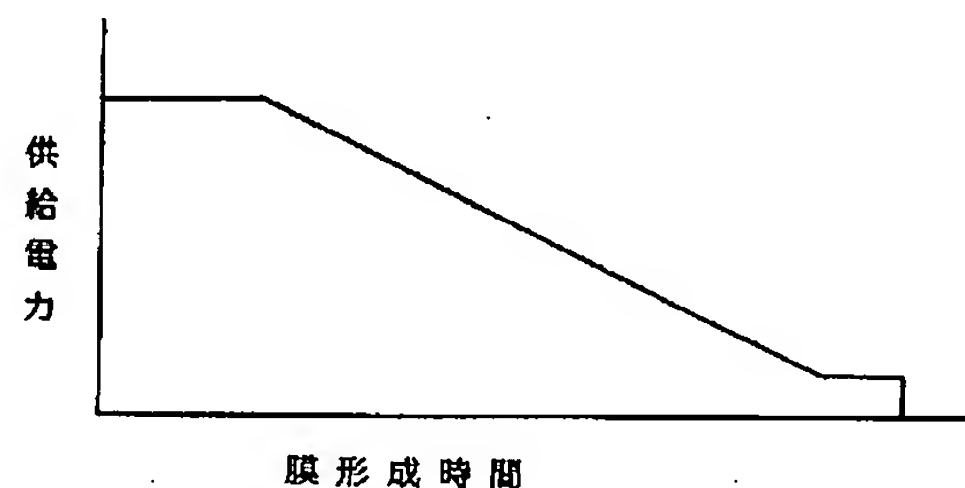
弁理士 鈴木 喜三郎 (外2名)

(54)【発明の名称】 直流バイアススパッタによる薄膜形成方法

(57)【要約】

【課題】直流バイアススパッタによる薄膜形成方法に関し、電子デバイスが微細化されコンタクトホールのアスペクト比が1.0より大きくなった場合であっても、コンタクトホール底部エッジ部、および側面のAl膜または、Al合金膜の膜厚を、平面部の膜厚と比較して10%以上形成し、金属配線の断線、もしくはエレクトロマイグレーション耐性の劣化を防止する。

【解決手段】Al膜または、Al合金膜を形成する際に、成膜初期には、バイアス強度を強くし、成膜終期にはバイアス強度を弱く制御することにより、電子デバイスが微細化されコンタクトホールのアスペクト比が1.0より大きくなった場合であっても、コンタクトホール底部エッジ部、側面に平面部と比較して10%以上の膜厚のAl膜または、Al合金膜を形成し、配線の断線を防止するとともにエレクトロマイグレーション耐性を向上させる。バイアス強度の減少させる方法としては、連続的に減少させる方法と段階的に減少させる方法がある。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】ターゲットと基板電極を平行に対向させて配置し、ターゲットに直流電力を供給することにより、基板電極上の基板表面に薄膜を形成する直流バイアスパッタ法によるAl、またはAl合金薄膜形成において、薄膜形成初期には、バイアス強度を強くし、薄膜形成終期にはバイアス強度を弱く制御することを特徴とする直流バイアスパッタによる薄膜形成方法。

【請求項2】バイアス強度を連続的に制御する請求項1記載の直流バイアスパッタによる薄膜形成方法。

【請求項3】バイアス強度を段階的に制御する請求項1記載の直流バイアスパッタによる薄膜形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、直流バイアスパッタによる薄膜形成方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、電子デバイスの製造において、スパッタリングにより基板表面に薄膜を形成する場合、ターゲットに一定直流電力を供給し成膜する直流バイアスパッタ法が用いられている。一定直流電力を供給し成膜する直流バイアスパッタ法の場合、ターゲットに供給する直流電力と薄膜形成時間の関係は図4のようになる。直流バイアスパッタ法によれば、金属膜、絶縁膜の成膜が可能である。例えば、電子デバイスの金属配線として用いられているAl膜または、Al合金膜の形成に利用されている。Al膜または、Al合金膜によりなる電子デバイスの金属配線を形成する際に、ターゲットに一定直流電力を供給し成膜する直流バイアスパッタ法を用いた場合のコンタクトホール部の金属配線層の断面は、基本的には図5のような構造となる。コンタクトホールのアスペクト比が1.0の場合、平面部のAl膜または、Al合金膜の膜厚と比較して、コンタクトホール底部エッジ部および側面のAl膜または、Al合金膜の膜厚は10%程度であった。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、前述の一定直流電力を供給し成膜する直流バイアスパッタ法によるAl膜または、Al合金膜の形成に関して、電子デバイスが微細化されコンタクトホールのアスペクト比が1.0より大きくなった場合、コンタクトホール底部エッジ部、および側面のAl膜または、Al合金膜の膜厚は、平面部の膜厚と比較して5%以下となる。そのため、金属配線の断線、もしくはエレクトロマイグレーション耐性の劣化が発生する、という課題を有する。そこで本発明はこのような課題を解決するもので、その目的とするところは、Al膜または、Al合金膜を形成する際に、成膜初期には、バイアス強度を強くし、成膜終期にはバイアス強度を弱く制御することにより、電子デバイスが微細化されコンタクトホールのアスペクト比が1.0より

り大きくなった場合であっても、コンタクトホール底部エッジ部、側面に平面部と比較して10%以上の膜厚のAl膜または、Al合金膜を形成することにより、金属配線の断線を防止するとともにエレクトロマイグレーション耐性を向上させるところにある。

## 【0004】

【課題を解決するための手段】本発明の直流バイアスパッタによる薄膜形成方法は、薄膜形成初期には、バイアス強度を強くし、薄膜形成終期にはバイアス強度を弱く制御することを特徴とする。

## 【0005】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例について説明する。

【0006】図1は、ターゲットに供給する電力を連続的に制御した場合のターゲットに供給する直流電力と薄膜形成時間の関係を示す図である。

【0007】図2は、ターゲットに供給する電力を段階的に制御した場合のターゲットに供給する直流電力と薄膜形成時間の関係を示す図である。

【0008】本発明のターゲットに供給する電力を連続的に制御した場合の、Alまたは、Al合金薄膜形成方法について説明をする。

【0009】成膜に関しては、平行平板型直流バイアスパッタリング装置を使用する。また、成膜を行なう基板の加熱方式は、基板電極に内蔵されたランプヒータまたは、セラミックヒータを使用し、Arガスを加熱し、そのArガスを基板裏面より導入することにより基板加熱をおこなうガス加熱方式を用いる。

【0010】はじめに、成膜用真空チャンバの基板電極上に成膜を行なう基板を搬送し、真空チャンバ圧力が $1 \times 10^{-7}$ Torr以下となるまでクライオポンプまたは、ターボ分子ポンプを使用して排気をおこなう。

【0011】次に、Arガスを真空チャンバ内に導入し、真空チャンバ内の圧力を2~3Torrの範囲で一定となるように調整する。同時に基板電極に内蔵されたランプヒータまたは、セラミックヒータは、300~500℃の範囲で加熱し、一定温度になるように調整する。

【0012】次に、基板裏面からの加熱用Arガスを導入せずに、ターゲットに8~12Kwの範囲の一定直流電力を供給し、目的とする最終膜厚の20~30%に相当する膜厚のAl膜または、Al合金膜を成膜する。この時、基板裏面より加熱用Arガスが導入されていないため基板温度は100℃以下となっている。この工程処理により、コンタクトホール部では、平面部、コンタクトホール底部エッジ部、および側面にAl膜または、Al合金膜が表面拡散することなく均一に成膜される。

【0013】次に、基板裏面より加熱用Arガスを導入し、基板を300~500℃の範囲で加熱し、ターゲットに供給する直流電力を毎秒0.2~0.8Kwの割合で1Kwまで連続的に減少させながら、目的とする最



終膜厚に対して、不足している膜厚に相当するA1膜または、A1合金膜を成膜する。その時に、コンタクトホール部では、A1膜または、A1合金膜の膜成長と表面拡散が同時に発生し、コンタクトホール部底部方向にA1膜または、A1合金膜が流れ込む。直流電力を毎秒0.2~0.8Kwのレートで連続的に減少させながら成膜することで膜成長と表面拡散のバランスが最適化され、A1膜または、A1合金膜のコンタクトホール部への埋め込み性能が良好となる。

【0014】以上で、ターゲットに供給する電力を連続的に制御した場合の、A1膜または、A1合金膜の形成が終了する。最終的なコンタクトホール部におけるA1膜または、A1合金膜の断面形状を図3に示す。

【0015】ターゲットに供給する電力を段階的に制御する薄膜形成方法は、前記、ターゲットに供給する電力を連続的に制御する薄膜形成方法のターゲットに供給する直流電力を毎秒0.2~0.8Kwのレートで連続的に減少させるながら成膜をおこなう工程を直流電力を1秒間に0.2~0.8Kwずつ段階的に減少させながら成膜する工程に置き換えた方法である。ターゲットに供給する直流電力を段階的に減少させた場合も、前記、連続的に減少させた場合と同等のA1膜または、A1合金膜のコンタクトホール部への埋め込み性能を有する。

【0016】

【発明の効果】以上述べたように本発明の薄膜形成方法を用いることにより、電子デバイスが微細化されコンタクトホールのアスペクト比が1.0より大きくなった場

合であっても、コンタクトホール底部エッジ部、側面に平面部と比較して10%以上の膜厚のA1膜または、A1合金膜を形成することができ、配線の断線を防止するとともにエレクトロマイグレーション耐性を向上させることができるという効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のターゲットに供給する直流電力を連続的に減少させて膜形成した場合の投入電力と膜形成時間の関係を示す図。

【図2】本発明のターゲットに供給する直流電力を段階的に減少させて膜形成した場合の投入電力と膜形成時間の関係を示す図。

【図3】本発明の薄膜形成方法によりA1膜または、A1合金膜を成膜した場合の電子デバイスのコンタクトホール部の断面図。

【図4】従来のターゲットに供給する直流電力を一定にして膜形成した場合の投入電力と膜形成時間の関係を示す図。

【図5】従来の薄膜形成方法によりA1膜または、A1合金膜を成膜した場合のコンタクトホール部の断面図。

【符号の説明】

301・・・A1膜または、A1合金膜

302・・・絶縁膜

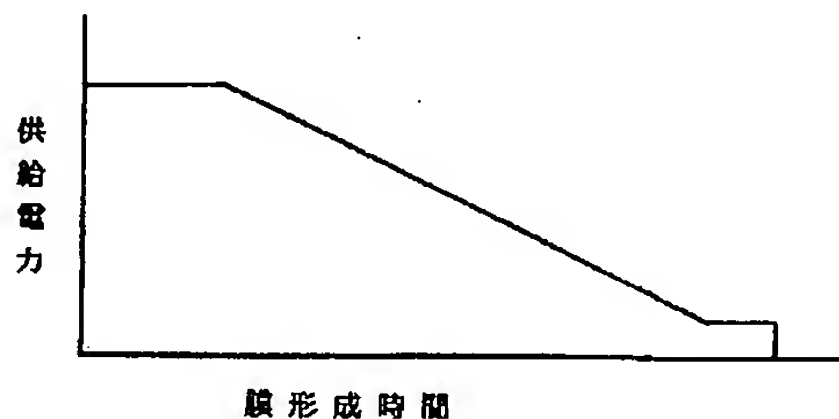
303・・・基板

501・・・A1膜または、A1合金膜

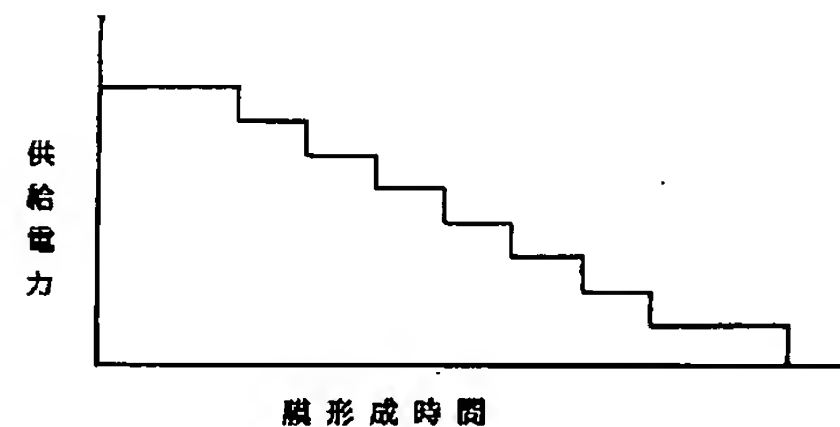
502・・・絶縁膜

503・・・基板

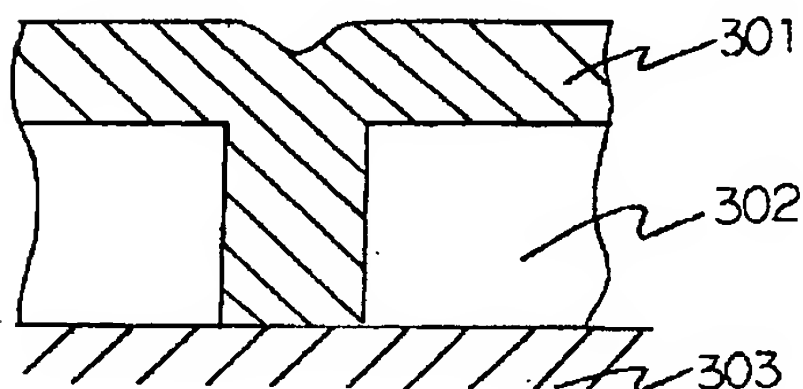
【図1】



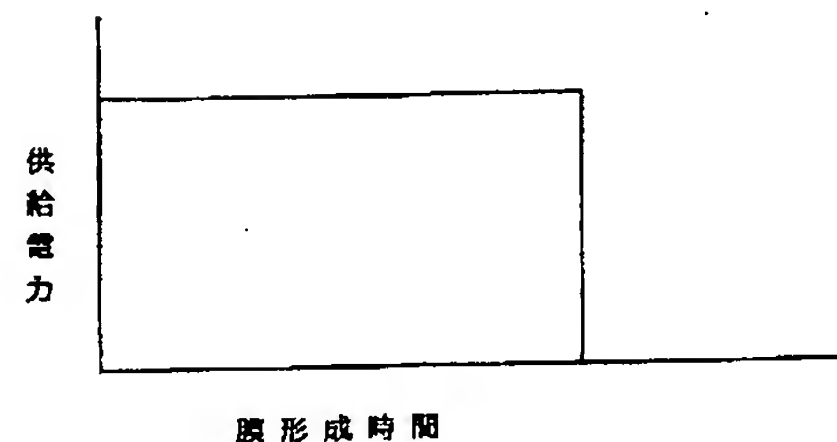
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

